Aus der physiol.-chem. Abteilung
des Physiologischen Instituts der Universität Rostock
(Vorstand: Prof. Dr. F. von Krüger)

Abhängigkeit der Kreatininausscheidung mit dem Harn von der Wasseraufnahme

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
einer Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Kurt Müller
appr. Zahnarzt aus Chemnitz

Rostock 1935
Verlag Gustav Neumann, Rostock
Druck von Ernst Vetter, Rochlitz

Referent: Professor Dr. v. Krüger
Korreferent: Professor Dr. Wachholder

R UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549215_0117

In bezug auf die Frage danach, ob ein gewisses mehr oder weniger konstantes Verhältnis zwischen der Menge des ausgeschiedenen Harnes und der Menge des mit ihr zur Ausscheidung gebrachten Kreatinins vorliegt oder nicht, finden wir im Schrifttum nur sehr wenige Angaben. Vor allen Dingen liegen systematische Untersuchungen nach dieser Richtung, meines Wissens, nicht vor.

Bei der Durchsicht der Tabellen der Versuchsergebnisse der einzelnen Autoren, muß man im allgemeinen zu dem Schluß kommen, wie auch Michlin und Rachmalewitsch[1]) hervorheben, . . . „daß die Menge des mit dem Harne ausgeschwemmten Kreatinins . . . in keiner Abhängigkeit von der Harnmenge steht . . ."[2]).

Zum Beweise des Gesagten mögen einige Beispiele im folgenden angeführt werden, wobei ich jedoch nur diejenigen Untersuchungen heranziehe, in denen das Kreatinin nach der Methode von Folin[3]) bestimmt wurde. Ich fühle mich berechtigt, die aus älterer Zeit stammenden Untersuchungen, bei denen die Kreatininbestimmungen nach der Methode von Neubauer oder Neubauer-Salkowski ausgeführt wurden, an dieser Stelle unberücksichtigt zu lassen, da die Unzulänglichkeit derselben von van Hoogenhuyze und Verploegh[4]) einerseits und af Klercker[5]) andererseits durch eingehende vergleichende Untersuchungen mit Sicherheit nachgewiesen ist. Gleichzeitig wurden von ihnen vergleichende Bestimmungen nach der alten und nach der neuen im Jahre 1904 von Folin[3]) ausgearbeiteten und vorgeschlagenen Methode, die sich auf die Jaffésche Reaktion gründet und auf welche ich später noch zurückkommen werde, ausgeführt. Das Endergebnis genannter Autoren ist das, daß nach der Methode von Folin die gefundenen Kreatininwerte stets größer sind als die nach der von Neubauer bzw. Neubauer-Salkowski. Zum Beweise seien ihre diesbezüglichen Tabellen angegeben:

Ich beginne mit der Tabelle von Hoogenhuyze und Verploegh auf S. 423 ihrer Arbeit.

Tabelle 1

	Neubauer	Kolor. best. Filtrat	Folin
I.	1,069	+ 0,122 = 1,191	1,541 g
II.	0,868	+ 0,266 = 1,134	1,192 g
III. a)	0,863	+ 0,148 = 1,047	1,373 g
III. b)	1,064	+ 0,131 = 1,195	

[1]) Michlin und Rachmalewitsch: Zur Frage des Phosphagenstoffwechsels beim Menschen (1. Mitt.) Ztschr. f. d. ges. exp. Med. 85, 148, 1932.

[2]) Michlin u. Rachmalewitsch: a. a. O. S. 152.

[3]) Folin: Beitrag zur Chemie des Kreatinins und Kreatins im Harne, Ztschr. f. phys. Chem. 41, 223, 1904.

[4]) van Hoogenhuyze und Verploegh: Beobachtungen über die Kreatininausscheidung beim Menschen. Ztschr. f. phys. Chem. 46, 415, 1905.

[5]) af Klercker: Beitrag zur Kenntnis des Kreatins und Kreatinins im Stoffwechsel des Menschen, Biochem. Ztschr. Z. 3, 45, 1907.

Wie aus ihr zu ersehen ist, fanden sie einen wesentlich höheren Kreatininwert nach Folin als nach Neubauer. Hierzu ist zu bemerken, daß die Werte nach Folin nicht nur dann bedeutend höher liegen, wenn zu den nach Neubauer gefundenen Werten, die aus der Bestimmung als Chlorzinkkreatinin berechnet sind, zum Vergleich herangezogen werden, sondern auch dann, wenn zu ihnen auch noch die Kreatininmengen hinzuaddiert werden, die sie im Filtrat vom Chlorzinkkreatinin nach Folin bestimmten.

Als Ursachen der Kreatininverluste geben van Hoogenhuyze und Verploegh[1]) folgende an:

1. Das Kreatinin kann leicht bei Zusatz von Kalkmilch in Kreatin umgewandelt werden, was bekanntlich bei alkalischer Reaktion eintritt.
2. Kreatininchlorzink ist in mit Wasser verdünntem Alkohol nicht unlöslich. Seine Löslichkeit nimmt mit der Verdünnung des Alkohols zu.
3. Ist der Harn zu weit eingedampft, so kommt es vor, daß sich das Kreatinin nicht genügend extrahieren läßt. Es entsteht leicht ein Verlust an Kreatinin.

Ihre allendliche Schlußfolgerung lautet: . . . „Die Neubauersche Methode gibt also immer einen Verlust und, was eben das Wichtigste ist, einen Verlust, dessen Betrag nicht genau bekannt ist . . ." [2]).

Dazu sei noch bemerkt, daß Salkowski[3]) selbst die Neubauersche Methode auch in der von ihm, Salkowski, durchgeführten Methode als nicht genügend anerkennt, denn er sagt selbst:

. . . „auch bei aller Sorgfalt und ohne einen erkennbaren Fehler, kann sie wie es scheint, gelegentlich mißlingen . . ." [4]).

Die diesbezügliche Tabelle von af Klercker[5]) weist folgende Werte auf: In 1000 ccm Harn fand er die angegebenen Kreatininmengen:

Tabelle 2

	Nach Neubauer-Salkowski in g	nach Folin	Differenz	
			g	%
I.	1,99	2,32	0,33	16,5
II.	1,71	2,22	0,51	29,8
III.	1,03	1,98	0,95	92,2

Diese Zahlen sprechen für sich.

Ich wende mich nun dem zu, was ich in der Literatur in bezug auf die mich interessierende Frage habe finden können. Wie bereits erwähnt, sind mir entsprechende systematisch durchgeführte Untersuchungen nicht bekannt geworden, woher ich mich größtenteils mit Angaben begnügen muß, die mir aus den Tabellen von Versuchen entgegengetreten sind, welche ein anderes Ziel verfolgten.

---

[1]) van Hoogenhuyze u. Verploegh, Ztschr. f. phys. Chem. a. a. O. S. 424.

[2]) van Hoogenhuyze u. Verploegh: Ztschr. f. phys. Chem. 46, 415, 1905 a. a. O. S. 424.

[3]) Salkowski: Über die Neubauersche Methode zur Bestimmung des Kreatinins im Harn. Ztschr. f. phys. Chem. 10, 113, 1886.

[4]) Salkowski: a. a. O. S. 120.

[5]) af Klercker: Biochem. Ztschr. 3, 45, 1907 a. a. O. S. 53.

Freilich muß zunächst darauf hingewiesen werden, daß Folin[1]) bereits 1905 sich dahingehend aussprach, daß die Menge des in der Zeiteinheit ausgeschiedenen Kreatinins bei einem und demselben Individuum unabhängig ist von der Menge des in derselben Zeit ausgeschiedenen Harnes, wie dies aus seinem folgenden Satz hervorgeht[2]): . . . „While the amount of Kreatinin eliminated with the urine is for each individual practically a constant quantity, independant of the total amount of nitrogen and of the volume of the urine eliminated, the amont may be very different for different persons . . ."

Es würde zu weit führen, die einzelnen in Betracht kommenden Tabellen in extenso wiederzugeben, ich wähle daher nur einige wenige besonders in die Augen springende Angaben aus, und zwar aus solchen Versuchsreihen, in denen die Versuchspersonen sich kreatin- und kreatininfrei ernährten. Ich lasse nun einige Beispiele aus der Arbeit von Closson[3]) folgen, die an 2 Personen ausgeführt worden sind und die seinen Tabellen auf S. 256 und S. 257 entnommen sind:

Tabelle 3

G. M. B.		L. B. M.	
24 stg. Harnmenge in ccm	24 stg. Kreatinin-menge in g	24 stg. Harnmenge in ccm	24 stg. Kreatinin-menge in g
610	1,05	935	1,22
870	0,89	1000	1,31
985	0,99	1295	1,26
795	1,11	1425	1,30
1090	1,23	990	1,30
970	1,12	1100	1,31
810	0,94	1380	1,22
850	1,29	660	1,20
620	1,26	905	1,20
450	1,33	685	1,07
650	1,30	1142	1,09
1260	1,36	1055	1,02
1060	1,15	1053	1,09
610	1,23	895	0,98
650	1,17		
870	1,26		

Shaffer[4]) gibt in seiner Tabelle in die auf 1 Stunde berechnete Harnausscheidung in ccm und Kreatininausscheidung in g an. Ich kann an dieser Stelle nicht die ganze Reihe seiner Bestimmungen anführen, sondern will mich darauf beschränken, die maximalen — und minimalen Werte aus seiner Tabelle[4]) auf S. 20 wiederzugeben:

Diese Werte sind für die stündliche Harnmenge: 24 ccm bzw. 934 ccm; wobei zu bemerken ist, daß die großen Harnmengen (von 757

[1]) Folin: Laws governing the chemical composition of urine, The American Journal of Physiology, **13**, 66, 1905.

[2]) Folin a. a. O. S. 85.

[3]) Closson: The Elimination of Creatinin, The American Journal of Physiology **16**, 252, 1906.

[4]) Shaffer: The Excretion of Kreatinin and Kreatin in Health and Disease, The Amer. Journ. of Phys. **23**, 1, 1908/09.

bis 934 ccm) nach Verabreichung von 2 g Diuretin um 4 Uhr nachm. und darauffolgendem starken Wassertrinken gelassen wurden.

Die Kreatininwerte pro Stunde schwankten zwischen: 53 und 68 mg, ganz unabhängig davon, ob viel oder wenig Harn gelassen wurde.

Ähnliches läßt sich auch aus den tabellarisch zusammengestellten Versuchsergebnissen von van Hoogenhuyze und Verploegh[1]), af Klercker[2]), Schulz[3]), Eimer[4]), Michlin u. Rachmalewitsch[5]) u. a. ersehen.

Zum Schluß möchte ich noch Auszüge aus zwei Tabellen von Prof. v. Krüger[6]), von denen die eine seiner im Jahre 1932 veröffentlichten

Tabelle 4[7])

Nr.	8—12 h		12—16 h		16—20 h		20—8 h		24 St.	
	Harn ccm	Kreatinin mg	Harn ccm	Kreatinin mg	Harn ccm	Kreatinin mg	Harn ccm	Kreatinin mg	Harn ccm	Kreatinin mg
1.	210	268	290	247	215	189	810	735	1615	1439
2.	80	208	300	372	130	171	755	659	1265	1410
3.	162	242	225	227	420	205	700	746	1507	1410
4.	116	242	140	283	186	223	460	614	902	1362
5.	420	224	250	244	340	169	630	757	1640	1394
6.	280	216	200	252	480	313	870	637	1830	1418
7.	110	215	210	233	520	250	450	721	1290	1469
8.	90	238	160	297	70	140	510	729	830	1404

Tabelle 5

Nr.	7—9 h		9—11 h		11—13 h	
	Harn in ccm	Kreatinin in mg p. St.	Harn in ccm	Kreatinin in mg p. St.	Harn in ccm	Kreatinin in mg p. St.
1.	64	52,0	62	62,5	80	53,5
2.	62	52,0	71	57,5	73	57,0
3.	74	55,5	160	59,0	100	59,0
4.	81	61,0	93	62,5	94	56,5
5.	87	55,5	96	60,5	92	56,0
6.	236	56,0	140	61,0	92	54,0
7.	82	51,5	74	52,5	95	52,5
8.	130	54,0	106	58,5	96	50,5

[1]) van Hoogenhuyze u. Verploegh: Ztschr. f. physiol. Chem. 46, 415, 1905.

[2]) af Klercker: Biochem. Ztschr. Z. 3, 45, 1907.

[3]) Schulz: Der Verlauf der Kreatininausscheidung im Harn des Menschen mit bes. Berücksichtigung des Einflusses der Muskelarbeit, Pflügers Arch. 186, 126, 1921.

[4]) Eimer Studium über den Kreatin-Kreatininstoffwechsel 1 u. 2, Ztschr. f. d. ges. exp. Med. 74, 738, 1930/75, 428, 1931.

[5]) Michlin u. Rachmalewitsch: a. a. O.

[6]) v. Krüger: Über die Kreatin-Kreatininausscheidung mit dem Harn bei fleischfreier und fleischhaltiger Nahrung. Ztschr. f. d. ges. exp. Med. 82, 334, 1932.

[7]) v. Krüger: a. a. O. S. 345.

Arbeit entnommen ist, die andere, noch nicht veröffentlichte, mir freundlicherweise von ihm zur Verfügung gestellt worden ist, wiedergeben.

In bezug auf die zuletzt angeführte Tabelle ist zu bemerken, daß die erhöhten Harnmengen in Versuch 6 und 8 dadurch bedingt sind, daß die Versuchsperson zwischen 6 und 7 Uhr zirka 200 bzw. 150 ccm Wasser zu sich nahm.

Auch aus diesen Tabellen ist die Unabhängigkeit der Kreatininausscheidung von der Harnmenge ohne weiteres zu ersehen. Ich habe diese Tabellen hauptsächlich aus dem Grunde angeführt, weil aus ihnen noch ein anderes hervorgeht, nämlich:

daß die individuelle Kreatininausscheidung unter gleichen Ernährungsbedingungen (kreatin- und kreatininfreie Nahrung) Jahre hindurch eine außerordentliche Konstanz zeigt. Die in Tab. 4 angegebenen Untersuchungen sind im Jahre 1911 ausgeführt, die in Tab. 5 im September 1935. Die Stundenwerte des Kreatinins sind in der Tab. 4 für die einzelnen Tageszeitabschnitte:

58, 69, 52, 58 mg

Im Mittel für die 24stündige Harnmenge 59 mg pro Stunde.

Tab. 5 zeigt für die dort angeführten Tageszeitabschnitte die Werte

55, 59 und 55 mg pro Stunde.

Der Unterschied zwischen den Werten der Tabellen 4 und 5 läßt sich darauf zurückführen, daß das Körpergewicht in der ersten Versuchsreihe (1911) durchschnittlich 59 kg betrug, in der letzten Versuchsreihe 58 kg. Daraus ergibt sich, daß der Kreatininkoeffizient unverändert geblieben ist.

Auf Grund des Angeführten scheint es mehr oder weniger sicher zu sein, daß die absolute Kreatininausscheidung mit dem Harn von der Harnmenge unbeeinflußt bleibt.

Da nun aber, wie ich bereits eingangs erwähnte, systematische Untersuchungen mit dem Zwecke des Studiums der Kreatininausscheidung bei Wasserzufuhr und dadurch vermehrter Harnausscheidung nicht vorliegen, folgte ich gern dem Vorschlag von Herrn Prof. v. Krüger, diese Lücke auszufüllen.

Versuchsanordnung und Methodik der Kreatininbestimmung

Ich hatte mir die Versuchsanordnungen derart gedacht, daß bei jeder Versuchsperson zunächst über eine Reihe von Tagen in der Zeit von 7 bis 13 Uhr der in zweistündigen Intervallen gelassene Harn bei der üblichen Flüssigkeitszufuhr (2 Tassen Kaffee mit Milch um 8 Uhr) untersucht wurde (= Normalversuch). Die zweite Versuchsreihe, die sich über die gleiche Anzahl von Tagen erstreckte, unterschied sich von der ersten dadurch, daß, außer dem Kaffee um 8 Uhr, um 7 Uhr, 9 Uhr und 11 Uhr je 200—250 ccm Wasser aufgenommen wurden (= Wasserversuch). In beiden Versuchsreihen wurde der Nachtharn um 7 Uhr vollständig entleert, aber nicht untersucht, so daß zu den Bestimmungen nur je 3 zweistündige Harnportionen (von 7—9 Uhr, 9—11 Uhr und 11—13 Uhr) gelangten. Es ist selbstverständlich, daß darauf geachtet wurde, daß jedesmal die Blase möglichst vollständig entleert wurde. Ebenso selbstverständlich ist es, daß zum Morgenfrühstück kreatin- und kreatininfreie Nahrung gegeben wurde (2 Brötchen mit Marme-

lade, Honig oder Butter). Zum Mittag- und zum Abendessen nahmen die Versuchspersonen die übliche gemischte, also nicht kreatin- und kreatininfreie Kost zu sich. Da das Kreatin nicht mit dem Harn zur Ausscheidung gelangt, wenigstens bei so kleinen Gaben, wie sie in der Nahrung vorhanden sind, das exogene Kreatinin aber bekanntlich mit dem Harn in wenigen Stunden (6—8 Stunden) vollständig ausgeschieden wird, ist dasselbe im Laufe der Nacht sicherlich zur Ausscheidung gebracht und in dem nach 7 Uhr gelassenen Harn nur endogenes Kreatinin enthalten. Die einzelnen Harnportionen wurden, um jede Möglichkeit der Veränderung des Harnes auszuschließen, sofort nach ihrer Entleerung untersucht.

Es sei weiter betont, daß der Genuß von Alkohol während der Versuchsdauer strengstens vermieden wurde, da nach den Untersuchungen von van Hoogenhuyze und Verploegh [1]) der Einfluß desselben auf die Ausscheidung von Kreatinin unverkennbar ist. Während der ganzen Zeit der Untersuchungen hielten die Versuchspersonen ihre gewöhnlichen Lebensbedingungen ein, vor allen Dingen wurde, um jedem Einwand vorzubeugen, jegliche größere körperliche Arbeit vermieden.

Bei meinen Untersuchungen wurden direkt bestimmt:

1. die zweistündige Harnmenge in ccm,
2. das spezifische Gewicht,
3. der Prozentgehalt des Harnes an Kreatinin.

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes benutzte ich das Ureometer.

Die Kreatininbestimmung führte ich nach der bekannten Methode von Folin aus, jedoch mit der Modifikation, daß ich eine 5mal kleinere Harnmenge verwandte, d. h. statt 10 ccm 2 ccm. Dementsprechend betrugen auch die Zusätze an 1,2prozentiger Pikrinsäure und 10prozentiger Natronlauge nicht 15 bzw. 4—8 ccm, sondern 3 bzw. 1—1,25 ccm und erfolgte die weitere Verdünnung mit aqua dest., je nach der Konzentration des Harnes an Kreatinin in entsprechenden Maßkölbchen auf 25, 50, 100 oder 200 ccm. Zur Kolorometrie benutzte ich das Kolorimeter nach Königsberger-Autenrieth, welches nach den Erfahrungen von Prof. v. Krüger, bezüglich der Genauigkeit seiner Ergebnisse, dem Kolorimeter nach Duboscq oder ähnlichen nicht nachsteht, in seiner Handhabung aber bedeutend einfacher ist. Als Standardlösung, mit der der Keil des Kolorimeters gefüllt wurde, benutzte ich wie Folin eine n/2-Kaliumbichromat-Lösung. Die Eichung des Apparates wurde mittels einer Lösung reinsten Kreatinins vorgenommen und in bekannter Weise die Eichkurve aufgestellt. Im übrigen wurden die Vorschriften Folins genauestens befolgt.

Bevor ich an die Versuche selbst herantrat, hielt ich es für nötig, mich unter der Kontrolle einer bereits in die Methodik eingearbeiteten Person durch eine größere Anzahl von Vorversuchen der Kreatininbestimmung zu schulen und mein Auge für die kolorimetrischen Ablesungen zu schärfen.

Nachdem ich glaubte, mich genügend eingearbeitet zu haben, trat ich an meine Versuche heran, wobei die kolorimetrischen Bestimmungen in der Weise ausgeführt wurden, daß unabhängig voneinander je 5 Ablesungen von

[1]) v. Hoogenhuyze u. Verploegh: Weitere Beobachtungen über die Kreatininausscheidung beim Menschen. Ztschr. f. phys. Chem. 57, 211, 1908.

Prof. v. Krüger und mir ausgeführt wurden. Wie gut unsere Ablesungen miteinander übereinstimmen, mögen einige Beispiele zeigen. Die angeführten Zahlen bedeuten in denselben die abgelesenen Teilstriche des Kolorimeters.

	I.		II.		III.	
	v. Kr.	M.	v. Kr.	M.	v. Kr.	M.
	41	43	48	55	68	67
	41	40	52	54	70	68
	40	41	50	52	67	68
	40	42	50	50	70	67
	39	42	50	51	68	67
Mittel:	40,2	41,6	50,0	52,4	68,6	67,4
mg % Kreat.:	103	101	89	86	61	63

Ich habe ganz bewußt diejenigen Fälle ausgesucht, in denen die größten Abweichungen zwischen den Ablesungen beider Beobachter vorliegen. In der Mehrzahl der Fälle waren die Differenzen bedeutend geringer.

Bei unseren Versuchen nahm ich jedesmal das Mittel aus 10 Ablesungen, d. h. je 5 Ablesungen jedes Beobachters.

Um einen weiteren Beweis für die Genauigkeit der von mir benutzten Methode zu liefern, gebe ich folgende vier Beispiele an, in denen 2mal der Kreatiningehalt in mg % von ein und derselben Harnportion bestimmt wurde, und zwar, indem ich 2 ccm in gewöhnlicher Weise mit 3 ccm Pikrinsäure und 1 ccm Natronlauge versetzte und dann das eine Mal auf 100 ccm, das andere Mal auf 200 ccm aqua dest., bzw. 200 und 400 ccm, verdünnte.

	I.				II.				III.				IV.			
	a)		b)		a)		b)		a)		b)		a)		b)	
auf:	200 ccm		400		200		400		100		200		100		200	
	20	16	62	63	33	31	69	74	18	19	64	65	44	44	78	77
	19	16	62	64	35	33	70	73	18	18	63	65	45	42	79	75
	18	18	62	63	33	32	68	74	18	18	63	65	45	42	76	76
	17	18	64	64	30	30	74	75	20	20	62	64	43	43	78	77
	16	17	65	62	32	30	74	75	18	18	64	63	44	43	78	78
Mittel:	17,5		63,1		31,9		72,6		18,5		63,8		43,5		77,2	
Kreatinin in mg %:	272		276		212		220		136		134		97		97	
Differenz in mg:	4 = 1,47 %				8 = 3,77 %				2 = 1 49 %				0			

Danach sind die durch die Ablesung bedingten Fehler, welche bei uns zwischen Null und etwa $\pm$ 4% liegen, als durchaus gering zu bezeichnen.

Aus den Werten der angeführten direkten drei Bestimmungen wurden ferner folgende Werte berechnet:

1. der Prozentgehalt des Rückstandes im Harn unter Verwertung des Häser'schen Koeffizienten. Ich bin mir dabei dessen bewußt, daß der auf diese Weise gefundene Prozentgehalt des Trockenrückstandes nur Annäherungswerte gibt,

2. die auf eine Stunde entfallende, mit dem Harn zur Ausscheidung gelangte, absolute Kreatininmenge,
3. die in einer Stunde ausgeschiedene Menge der festen Bestandteile,
4. der Prozentgehalt des Kreatinins im Rückstand.

Versuchsergebnisse

Zu den Versuchen stellten sich mir 4 vollkommen gesunde Personen zur Verfügung. Die an ihnen gewonnenen Ergebnisse gebe ich nachfolgend in Form von Tabellen (6—13), die keiner weiteren Erläuterungen bedürfen, wieder.

Zum Schluß führe ich eine Tabelle (14) an, in der die Mittelwerte für die Zeitabschnitte 7—9 Uhr, 9—11 Uhr und 11—13 Uhr für die Normalversuche und für die Wasserversuche der einzelnen Versuchspersonen zum Vergleich nebeneinander gestellt sind.

In den Tabellen bedeuten:

HM = Harnmenge
SpG = spezifisches Gewicht
Kr = Kreatinin
R = feste Bestandteile.

Versuch I

Versuchsperson K. ist 73 Jahre alt, 1,75 m groß und hat ein Körpergewicht von 58 kg
Beim Wasserversuch wurden um 7, 9 und 11 Uhr je 250 ccm Wasser getrunken.

Tabelle 6 (Normalversuch)

	7—9 h							9—11 h							11—13 h							7—13 h	
	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	pr. Std. Kr.
1.	45	1022	264	5,13	59	1,16	5,15	46	1021	260	4,89	60	1,13	5,32	50	1024	224	5,59	56	1,40	4,01	141	58
2.	63	1019	198	4,43	63	1,40	4,47	56	1019	188	4,43	53	1,24	4,24	68	1022	152	5,13	57	1,74	2,96	187	57
3.	41	1028	226	6,52	57	1,34	3,47	52	1023	204	5,40	53	1,39	3,78	64	1022	156	5,13	50	1,64	3,04	157	53
4.	61	1017	166	3,96	51	1,21	4,17	43	1020	262	4,66	56	1,00	5,62	65	1020	150	4,66	49	1,52	3,22	169	52
5.	92	1015	120	3,49	55	1,59	3,44	71	1019	150	4,43	54	1,57	3,39	93	1019	112	4,43	52	2,06	2,53	256	53
6.	70	1017	146	3,96	51	1,39	3,69	73	1017	152	3,96	56	1,45	3,84	67	1020	162	4,66	55	1,56	3,48	210	54
7.	74	1016	144	3,73	54	1,38	3,86	81	1015	130	3,50	53	1,58	3,71	68	1020	146	4,66	50	1,59	3,13	223	52
8.	78	1020	156	4,66	61	1,81	3,35	110	1018	112	4,20	62	2,30	2,67	100	1021	112	4,89	56	2,45	2,29	288	59
Mittel:	66	1019	178	4,49	56	1,41	3,95	67	1019	182	4,43	56	1,46	4,07	72	1021	152	4,89	53	1,75	3,08	204	55,0

Tabelle 7 (Wasserversuch)

1.	92	1015	122	3,50	56	1,61	3,49	340	1004	32	0,93	55	1,58	3,44	244	1009	44	2,09	53	2,55	2,11	676	54,6
2.	109	1015	102	3,50	56	1,91	2,91	365	1005	30,5	1,17	56	2,14	2,61	275	1007	33	1,63	46	2,24	2,02	749	52,6
3.	66	1015	174	3,50	57	1,16	4,97	265	1006	42,0	1,40	56	1,86	3,00	184	1008	60	1,86	55	2,71	3,23	515	56,0
4.	67	1016	158	3,73	53	1,25	4,24	204	1007	57,0	1,63	58	1,66	3,50	68	1017	146	3,96	55	1,35	3,69	339	55,3
5.	118	1014	102	3,26	60	1,92	3,13	400	1004	28,7	0,93	58	1,86	3,09	300	1008	36	1,86	54	2,79	1,94	818	57,3
6.	88	1016	118	3,73	52	1,64	3,16	350	1005	31,5	1,17	55	2,05	2,69	176	1010	69	2,33	61	2,05	2,96	614	56,0
7.	130	1011	72	2,56	47	1,66	2,81	400	1004	28,5	0,93	57	1,86	3,06	105	1013	88	3,03	46	1,59	2,90	635	50,0
8.	208	1005	52	1,17	54	1,22	4,44	295	1005	41,0	1,17	60	1,73	3,50	305	1005	36	1,17	55	1,78	3,08	808	56,3
Mittel:	110	1014	113	3,12	54	1,55	3,64	327	1005	36,0	1,17	57	1,84	3,11	207	1010	64	2,24	53	2,16	2,74	644	54,7

Versuch II

Versuchsperson W. ist 47 Jahre alt, 1,70 m groß und hat ein Körpergewicht von 77 kg
Beim Wasserversuch wurden um 7, 9 und 11 Uhr je 200 ccm Wasser getrunken.

Tabelle 8 (Normalversuch)

	7—9 h							9—11 h							11—13 h							7—13 h	
	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R	HM	pr. Std. Kr.
1.	41	1026	272	6,06	56	1,24	4,49	78	1025	200	5,83	78	2,27	3,43	60	1024	176	5,59	53	1,68	3,15	179	62,3
2.	62	1025	236	5,83	73	1,81	4,05	89	1024	154	5,59	69	2,49	2,75	64	1022	202	5,13	65	1,64	3,94	215	69,0
3.	62	1020	206	4,66	64	1,44	4,42	156	1016	100	3,73	78	2,91	2,68	63	1021	206	4,89	65	1,54	4,21	281	69,0
4.	112	1020	132	4,66	74	2,61	2,83	84	1023	168	5,40	71	2,27	3,11	75	1019	135	4,43	51	1,66	3,05	271	65,3
5	70	1024	220	5,59	77	1,96	3,93	83	1024	152	5,59	63	2,32	2,72	70	1023	198	5,40	69	1,89	3,67	223	69,6
6.	43	1030	336	6,99	72	1,50	4,81	35	1029	328	6,76	57	1,18	4,85	40	1028	300	6,52	60	1,30	4.60	118	63,0
Mittel:	65	1023	234	5,63	69	1,76	4,09	88	1024	184	5,48	69	2,24	3,26	62	1023	203	5,33	61	1,62	3,77	215	66,3

Tabelle 9 (Wasserversuch)

1.	42	1024	192	5,59	41	1,17	3,43	148	1013	142	3,03	55	2,24	4,69	270	1007	51	1,63	69	2,20	3,13	460	55,0
2.	198	1015	75	3,50	75	3,47	2,14	124	1016	124	3,73	77	2,31	3,32	158	1008	73	1,86	58	1,47	3,92	480	70,0
3.	70	1026	69	6,06	69	2,12	3,23	137	1012	89	2,80	61	1,92	3,18	70	1025	216	5,83	76	2,04	3,70	277	68,6
4.	56	1028	76	6,52	76	1,83	4,17	71	1023	176	5,40	63	1,92	3,26	61	1021	205	4,89	63	1,49	4,19	188	67.0
5.	114	1020	128	4,66	73	2,66	2,74	355	1006	33	1,40	59	2,49	2,36	425	1004	28	0,93	60	1,98	3,01	894	64.0
6.	154	1016	106	3,73	82	2,87	2,84	250	1010	49	2,33	61	2,91	2,10	400	1005	30	1,17	60	2,34	2,56	804	67,6
Mittel:	106	1022	108	5,01	69	2,42	3,08	181	1013	102	3,12	63	2,30	3,15	231	1012	101	2,72	64	1,92	3,42	517	65,3

Versuch III

Versuchsperson B. ist 28 Jahre alt, 1,85 m groß und hat ein Körpergewicht von 76 kg
Beim Wasserversuch wurden um 7, 9 und 11 Uhr je 200 ccm Wasser getrunken.

Tabelle 10 (Normalversuch)

	7—9 h							9—11 h							11—13 h							7—13 h	
	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	pr.Std. Kr.
1.	36	1025	240	5,83	43	1,05	4,12	405	1006	36,5	1,40	74	2,84	2,61	92	1016	120	3,73	55	1,72	3,22	533	57,3
2.	95	1016	135	3,73	64	1,77	3,62	385	1005	35,3	1,17	68	2,25	3,01	95	1019	126	4,43	60	2,10	2,84	575	64,0
3.	41	1025	272	5,83	56	1,20	4,67	150	1017	10,6	3,96	80	2,97	2,68	90	1020	154	4,66	69	2,10	3,30	281	68,3
4.	49	1025	288	5,83	70	1,43	4,94	176	1010	76,0	2,33	67	2,05	3,26	108	1019	118	4,43	64	2,39	2,66	333	67,0
5.	60	1019	160	4,43	48	1,33	3,61	325	1006	49,5	1,40	80	2,28	3,54	70	1019	192	4,43	54	1,55	4,33	455	60,6
Mittel:	56	1022	219	5,13	56	1,36	4,19	288	1009	61	2,05	74	2,48	3,02	91	1019	142	4,34	60	2,17	3,27	435	63,3

Tabelle 11 (Wasserversuch)

1.	70	1018	204	4,20	72	1,47	4,86	460	1002	25	0,47	58	1,08	5,32	130	1010	100	2,33	65	1,51	4,29	660	78,0
2.	75	1017	168	3,96	63	1,49	4,24	567	1002	25	0,47	71	1,33	5,32	80	1018	156	4,20	63	1,68	3,71	722	78,8
3.	47	1022	235	5,13	55	1,21	4,57	400	1004	37,3	0,93	75	1,86	4,01	125	1012	97	2,80	61	1,75	3,46	572	76,4
4.	45	1023	276	5,40	62	1,22	5,11	360	1005	40,5	1,17	73	2,11	3,46	200	1006	55,5	1,40	55	1,40	3,96	605	76,0
5.	39	1028	270	6,52	53	1,27	4,14	460	1002	30,5	0,47	70	1,08	6,48	240	1005	49	1,17	59	1,40	4,19	739	72,8
Mittel:	55	1022	231	5,04	61	1,33	4,58	449	1003	32,0	0,70	69	1,45	4,92	155	1010	92	2,38	61	1,55	3,92	660	63,6

Versuch IV

Versuchsperson M. ist 24 Jahre 8 Monate alt, 1,71 m groß und hat ein Körpergewicht von 71 kg
Beim Wasserversuch wurden um 7, 9 und 11 Uhr je 250 ccm Wasser getrunken.

Tabelle 12 (Normalversuch)

	7—9 h							9—11 h							11—13 h							7—13 h	
	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	Sp. G.	Kr. mg %	% R.	pr. Std. Kr.	pr. Std. R.	% Kr. im R.	HM	pr. Std. Kr.
1.	211	1010	88	2,33	93	2,46	3,78	234	1009	79	2,09	93	2,46	3,78	152	1015	100	3,50	76	2,66	2,86	597	87,0
2.	87	1023	188	5,40	82	2,35	3,48	150	1021	108	4,89	81	3,67	2,21	106	1026	150	6,06	80	3,21	2,48	343	81,0
3.	46	1026	294	6,06	68	1,39	4,85	158	1016	100	3,73	79	2,95	2,68	116	1021	126	4,89	73	2,48	2,58	320	73,0
4.	118	1019	132	4,43	78	2,62	2,98	226	1015	84	3,49	95	3,94	2,41	240	1013	60	3,03	72	3,63	1,97	584	82,0
5.	56	1021	254	4,89	71	1,37	5,19	93	1022	176	5,13	82	2,39	3,43	85	1023	176	5,40	75	2,29	3,26	234	76,0
6.	56	1023	270	5,40	76	1,51	5,00	112	1022	146	5,13	82	2,87	2,85	90	1023	168	5,40	76	2,43	3,11	258	78,0
7.	84	1023	210	5,40	88	2,27	3,89	125	1020	120	4,66	75	2,91	2,58	142	1021	124	4,89	88	3,47	2,54	351	48,0
8.	73	1025	223	5,83	81	2,14	3,82	122	1023	138	5,40	84	3,29	2,56	82	1022	188	5,13	77	2,10	3,66	277	81,0
Mittel:	91	1022	207	4,97	80	2,01	4,12	153	1019	119	4,32	84	3,06	2,81	127	1021	137	4,79	77	2,83	2,81	371	80,3

Tabelle 13 (Wasserversuch)

1.	106	1021	168	4,89	89	2,59	3,44	265	1011	62	2,56	82	3,39	2,42	410	1006	33	1,40	72	2,87	2,50	781	84,0
2.	83	1022	170	5,13	71	2,13	3,31	470	1007	36	1,63	85	3,83	2,20	455	1006	34	1,40	78	3,19	2,43	1008	78,0
3.	59	1025	274	5,83	81	1,72	4,70	360	1009	49	2,09	88	3,76	2,34	528	1005	30,5	1,17	82	3,09	2,61	947	84,0
4.	96	1020	152	4,66	73	2,24	3,26	330	1007	51	1,63	84	2,69	3,13	450	1006	36,5	1,40	82	3,15	2 61	876	80,0
5.	102	1013	144	3,04	73	1,55	4,75	190	1018	84	4,20	80	3,99	2,00	380	1007	41,5	1,63	79	3,10	2,54	672	77,0
6.	116	1019	159	4,43	92	2,57	3,59	405	1006	38	1,40	77	2,84	2,71	500	1007	28	1,63	70	4,08	1,72	1021	80,0
7.	114	1020	138	4,66	79	2,66	2,96	370	1008	42	1,86	78	3,44	2,26	410	1007	35,5	1,63	73	3,34	2,18	894	77,0
8.	194	1011	89	2,56	86	2,48	3,48	355	1008	48	1,86	85	3,30	2,58	275	1007	51	1,63	70	2,24	3,13	824	80,0
Mittel:	109	1019	162	4,40	81	2,24	3,69	343	1009	51	2,15	82	3,40	2,71	426	1006	37	1,49	76	3,13	2,47	878	79,6

Tabelle 14

N = Normalversuch / W = Wasserversuch

	Versuchsperson K.						Versuchsperson W.					
	7—9		9—11		11—13		7—9		9—11		11—13	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
HM:	66	110	67	327	72	207	65	106	88	181	62	231
Sp. G.:	1019	1014	1019	1005	1021	1010	1023	1022	1024	1013	1023	1012
mg% Kr.:	178	113	182	36	152	64	234	108	184	102	203	101
% R.:	4,49	3,12	4,43	1,17	4,89	2,24	5,63	5,01	5,48	3,12	5,33	2,72
Kr. mg pr. St.:	56	54	56	57	53	53	69	69	69	63	61	64
R. pr. St.;	1,41	1,55	1,46	1,84	1,75	2,16	1,76	2,42	2,24	2,30	1,62	1,92
%Kr. i. R.:	3,95	3,64	4,07	3,11	3,08	2,74	4,09	3,08	3,26	3,15	3,77	3,42

	Versuchsperson B.						Versuchsperson M.					
	7—9		9—11		11—13		7—9		9—11		11—13	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
HM.:	56	55	288	449	91	155	91	109	153	343	127	426
Sp. G.:	1022	1022	1009	1003	1019	1010	1022	1019	1019	1009	1021	1006
mg% Kr.:	219	231	61	32	142	92	207	162	119	51	137	37
% R.:	5,13	5,04	2,05	0,70	4,34	2,38	4,97	4,40	4,32	2,15	4,79	1,49
Kr. mg pr. St.	56	61	74	69	60	61	80	81	84	82	77	76
R. pr. St.:	1,36	1,33	2,48	1,45	2,17	1,55	2,01	2,24	3,06	3,40	2,83	3,13
% Kr. i. R.:	4,19	4,58	3,02	4,92	3,27	3,92	4,12	3,69	2,81	2,71	2,81	2,47

Schlußfolgerung

Betrachten wir meine in den Tabellen niedergelegten Ergebnisse näher, und wenden wir unser Augenmerk in erster Linie auf die für mich wichtigste Frage, nämlich auf die nach der Kreatininausscheidung, so dürfen wir sagen, daß in den Normalversuchen die pro Stunde ausgeschiedene Menge, obgleich bei den verschiedenen Versuchspersonen verschieden groß (bei Versuchsperson K 55,0 mg, bei Versuchsperson M 80,3 mg) bei einer und derselben Person innerhalb verhältnismäßig geringer Grenzen und unregelmäßig schwankt und durchaus keine Abhängigkeit von der in derselben Zeit ausgeschiedenen Harnmenge zeigt. Daraus folgt, daß die Konzentration des Harnes an Kreatinin, wie aus den Tabellen zu ersehen ist, entsprechend großen Schwankungen ausgesetzt sein muß. Aus dem Prozentgehalt des Harnes an Kreatinin können und dürfen daher keine Schlußfolgerungen bezüglich des Kreatininumsatzes gezogen werden. Wenngleich unsere Zahlenwerte, in bezug auf den Gesamtrückstand des Harnes, da sie durch Berechnung mittels des Häser'schen Koeffizienten gefunden sind, wie schon oben erwähnt, keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben dürfen, scheinen sie mir doch darauf hinzuweisen, daß eine Gesetzmäßigkeit zwischen ihrer Ausscheidung und der Ausscheidung des Kreatinins nicht besteht. (Vgl. in den Tabellen die Zahlen der Stäbe „% Kreatinin im Rückstand".)

Ich gehe zu den Wasserversuchen über. Daß durch die erhöhte Wasseraufnahme die Harnausscheidung vermehrt wird, ist aus unseren Ergebnissen deutlich zu ersehen und an sich eine Selbstverständlichkeit; ebenso selbstverständlich ist es, daß infolgedessen der prozentuale Gehalt des Harnes an Kreatinin und Gesamtrückstand vermindert wird. Die in der Zeiteinheit zur Ausscheidung gelangende, absolute Kreatininmenge bleibt dadurch unberührt, wie aus folgender kleiner Tabelle zu ersehen ist, in der das Stundenmittel aus der Gesamtzeit von 7—13 Uhr, also von 6 Stunden, genommen wurde:

Tabelle 15

Versuchspersonen	Normale Kr.-Ausscheid. pr. St. in mg	Kr. Ausscheid. b. Wasseraufn. p. St. in mg
K.	55,0	54,7
W.	66,3	65,3
B.	63,3	63,6
M.	80,3	79,6

Während die absolute Kreatininausscheidung somit durch die Wasserzufuhr unverändert bleibt, erscheint in unseren Versuchen die absolute Ge-

samtausscheidung an festen Bestandteilen bei 3 Versuchspersonen der Norm gegenüber mehr oder weniger stark erhöht, und infolgedessen der Prozentgehalt des Rückstandes an Kreatinin vermindert. Eine Ausnahme davon bildet die Versuchsperson B, bei der das Umgekehrte der Fall ist. Eine genügende Erklärung dafür zu geben, vermag ich nicht. Jedenfalls spricht diese Tatsache wiederum dafür, daß ein gesetzmäßiges Verhalten zwischen der absoluten zur Ausscheidung gelangenden Kreatinin- und Gesamtrückstandsmenge nicht besteht.

Den Kreatininkoeffizienten (Shaffer[1]), d. h. die in 24 Stunden auf 1 kg Körpergewicht ausgeschiedene Kreatininmenge, kann ich nur annähernd berechnen, da ich ja nur den Kreatiningehalt des Harnes von 7—13 Uhr bestimmte. Da aber die pro Stunde ausgeschiedene Kreatininmenge, wie aus unseren Versuchen hervorgeht, eine mehr oder weniger konstante Größe darstellt, so glaube ich doch, einen angenäherten Wert wiedergeben zu können, indem ich den gefundenen, mittleren Stundenwert mit 24 multipliziere und durch das Gewicht der betreffenden Versuchspersonen dividiere. Für die einzelnen Versuchspersonen errechne ich folgende Kreatinin-Koeffizienten:

Versuchsperson K: 22,7
„ W: 20,5
„ B: 20,0
„ M: 27,0

Als Durchschnitt meiner vier Versuchspersonen errechne ich einen annähernden Kreatininkoeffizienten von 22,55. Diese Zahl liegt in der Größenordnung der auch von anderen Untersuchern gefundenen Werte.

[1]) Shaffer: The Americ. Journal of Phys. 23, 1, 1908/9.

Mir ist es eine angenehme Pflicht, Herrn Professor v. Krüger für die Überlassung des Themas und die freundliche Anleitung und ständige Unterstützung bei der Ausführung meiner Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen. Ebenso gilt mein Dank Herrn Kurt Wüsteney und Kollegen Gert Becker, die sich in liebenswürdiger Weise für meine Versuche zur Verfügung gestellt hatten.

Lebenslauf

Ich, Kurt Arthur Müller, wurde als Sohn des kaufmännischen Abteilungsleiters und Oberbuchhalters Arthur Paul Müller und seiner Frau Johanna Laura Müller geb. Uhlmann, am 1. April 1911 zu Chemnitz geboren. Ostern 1917 trat ich in die gehobenen Klassen der Andréschule zu Chemnitz ein. Michaelis 1921 bezog ich die Wechselklassen (Sexta) der Realschule in der Annenstraße zu Chemnitz (Wechselklassen deshalb, weil diese Klassen zu Michaelis Ostern und zu Ostern Michaelis hatten). Michaelis 1927 bestand ich die Reifeprüfung (früheres Einjährigenzeugnis) an obengenannter Anstalt. Da die Realschule zu einer neunstufigen Oberrealschule ausgebaut wurde, pausierte ich von Michaelis 1927 bis Ostern 1928. Ostern 1928 trat ich in die Obersekunda der neugegründeten Oberrealschule in der Annenstraße — jetzige Adolf-Hitler-Oberrealschule — ein. Ostern 1931 bestand ich daselbst das Abitur, entschloß mich, das Studium der Zahnheilkunde zu ergreifen und bezog die Universität zu Leipzig. Nach bestandener zahnärztlicher Vorprüfung wechselte ich im S.-S. 1933 die Universität und kam nach Rostock. Hierselbst bestand ich Ende des S.-S. 1935 das zahnärztliche Staatsexamen.